

Vzhod in zahod nebesnega telesa (Sonca)

V trenutku vzhoda in zahoda nebesnega telesa znaša njegova zenitna razdalja 90° . Torej za astronomski trikotnik velja enačba:

$$\cos z = \sin \Phi \sin \delta + \cos \Phi \cos \delta \cos t = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

od tod sledi izraz za časovni kot t_0 :

$$\cos t_0 = -\tan \Phi \tan \delta \quad \dots\dots\dots (2)$$

Enačba nam poda dve vrednosti za časovni kot; ena ustreza času zahoda, druga času vzhoda.

Za severne širine in zvezde s pozitivno deklinacijo dobimo iz zgornje enačbe vrednost $\cos t_0 < 0$, kar se pravi, da t_0 leži v II. oz. III. kvadrantu. Tej vrednosti ustrežata:

$$\begin{aligned} \text{čas zahoda } t_0^Z &> 90^\circ (>6^h), \\ \text{čas vzhoda } t_0^V &< 270^\circ (<18^h) \end{aligned}$$

Navidezni lok, ki ga nebesno telo naredi nad horizontom je večji od $180^\circ (>12^h)$. Za zvezde (neb. telesa) z negativno deklinacijo $\delta < 0$ (južne zvezde), je vrednost $\cos t_0 > 0$, iz česar sledi:

$$\begin{aligned} \text{čas zahoda } t_0^Z &< 90^\circ (<6^h), \\ \text{čas vzhoda } t_0^V &> 270^\circ (>18^h) \end{aligned}$$

Navidezni lok, ki ga zvezda naredi nad horizontom je manjši od $180^\circ (<12^h)$. Z vrednostjo časovnega kota $t > 12^h$, lahko določimo zvezdni čas vzhoda in zahoda:

$$\begin{aligned} \text{sw} &= \alpha - t \\ \text{se} &= \alpha + t. \end{aligned}$$

Srednji čas trenutka vzhoda (zahoda) izračunamo iz pretvorbe krajevnega zvezdnega časa v SEČ oz. UT (M):

$$\text{SEČ} = s - \Lambda - S_0 - \Delta I + 1^h$$

kjer so količine:

- Λ geografska dolžina kraja (mora biti znana),
- ΔI redukcija za pretvorbo intervala zvezdnega časa v srednji čas,
- S_0 je zvezdni čas v Greenwichu ob 0^h svetovnega časa (v Greenviško polnoč), tabeliran z vsak dan v letu
- s je krajevni zvezdni čas

Za Sonce se trenutek vzhoda in zahoda računa po drugem obrazcu, saj zenitna razdalja takrat ni enaka 0, zaradi vpliva astronomske refrakcije, ki navidezno dvigne nebesno telo proti zenitu. Moramo upoštevati še navidezni polmer Sonca.

Zenitna razdalja je v trenutku vzhoda (zahoda) enaka $z = 90^\circ + r + R_\odot$,

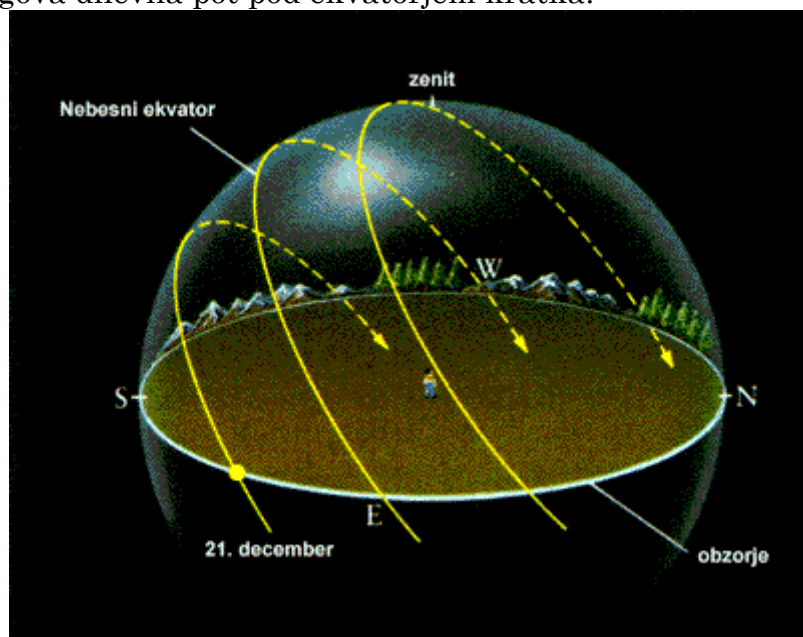
r (astron. refrakcija) = 34'
 R_{\odot} je navidezni polmer Sonca = 16'
 $\cos(90^{\circ} + 16' + 34') = -0,0145439$

Enačba (2) dobi obliko:

$$\cos t_{\odot} = \frac{-0,0145439}{\cos \Phi \cos \delta_{\odot}} - \tan \Phi \tan \delta_{\odot} \quad (3)$$

Deklinacijo Sonca interpoliramo iz astronomskega koledarja za približne trenutke zahoda in vzhoda (približek je potreben s točnostjo 1-2 ure).

V jesenskem in zimskem času med enakonočjema je deklinacija Sonca negativna in je torej njegova dnevna pot pod ekvatorjem kratka:



Če vzamemo na primer začetek februarja (8.02.) ko je deklinacija Sonca bila -15° . Prvi člen enačbe (3) je negativen, pravtako tudi drugi (preden ga odštejemo od prvega). Seštevek je pozitiven, in z naraščanjem geografske širine, se večja tudi \cos časovnega kota. Višje proti severu gremo, manjši časovni kot (arc cos) Sonca je, torej njegova dnevna pot se krajša proti severu.

Primer:

Kuopio: $\Phi_i = 62^{\circ}53'$ Ljubljana: $\Phi_i = 46^{\circ}03'$

Dan 8.02.2014

$t(\text{Kuopio}) = 4 \text{ h } 02 \text{ m}$

8.02. vzide Sonce v Kuopiu ob 08:21, zaide ob 16:27 EET (UTC +2)

$t(\text{LJ}) = 5 \text{ h } : 00\text{m}$

8.02. vzide Sonce v Ljubljani ob 07:16, zaide ob 17:17 CET (UTC+1)

Obratno spomladi, z naraščanjem deklinacije Sonca (vse do poletnega solsticija), naraščajo vrednosti časovnih kotov za kraje proti severu (Sončeva dnevna pot na nebu je daljša). Drugi člen v enačbi (3) narašča, kar v razliki obeh členov potem da naraščajočo negativno vrednost kosinusa. Kosinus je v II. kvadrantu negativen, torej časovni kot raste.

Spomladi je deklinacija Sonca $+15^\circ$ približno 1. maja. Poglejmo Finsko in Ljubljano!

Dan 1.05.2014

$t(\text{Kuopio}) = 8 \text{ h} : 13 \text{ m}$

Sonce vzide v Kuopiu ob 03:51, zaide ob 20:24 EET

$t(\text{LJ}) = 7 \text{ h} : 09 \text{ m}$

1.05. vzide Sonce v Ljubljani ob 4:49 in zaide ob 19:10 CET

Somrak (mrak)

Somrak (twilight) je čas od trenutka zahoda Sonca do trenutka, ko to doseže višino 6° , 12° , oz. 18° pod horizontom. Prvega ($z = 96^\circ$) imenujemo civilni somrak - takrat bi naj se prižgala ulična razsvetljava in na nebu se pojavijo najbolj svetle zvezde. Ko zenitna razdalja Sonca doseže $z = 102^\circ$ nastopi navtični somrak (takrat ne moremo zaznati več horizonta na morju). Ko zenitna razdalja Sonca doseže $z = 108^\circ$, nastopi astronomski somrak. Takrat se na nebu pojavijo tudi zvezde najmanjše navidezne velikosti (nastane popolna tema).

Seveda enako velja zjutraj pred vzhodom Sonca.

Čas trajanja somraka računamo po enačbi:

$$\cos(t_{\odot} + \tau) = \frac{\cos z_{\odot} - \sin \Phi \sin \delta_{\odot}}{\cos \Phi \cos \delta_{\odot}}$$

kjer je τ trajanje somraka, z pa ustrezna zenitna razdalja. Izhajamo pa iz znane vrednosti trenutka vzhoda (zahoda).

Recimo za naš primer 1. maja bo civilni somrak v Kuopiu ob 21:28, v Ljubljani pa ob 19:43. Vidimo, razlika med krajema znaša več kot pol ure.

Kaj pa pomeni, če je $\cos(t_{\odot} + \tau) > 1$? To pomeni, da somrak traja celo noč.

Izračun civilnega somraka za Kuopio nam da vrednosti:

May		June		July			
Begin	End	Begin	End	Begin	End	Begin	End
h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
0249	2128	////	////	////	////		
0244	2132	////	////	////	////		
0240	2136	////	////	////	////		
0236	2140	////	////	////	////		
0232	2144	////	////	////	////		
0227	2148	////	////	////	////		
0223	2152	////	////	////	////		
0218	2157	////	////	////	////		
0214	2201	////	////	////	////		
0209	2206	////	////	////	////		
0205	2210	////	////	////	////		
0200	2215	////	////	////	////		
0155	2220	////	////	////	////		
0151	2225	////	////	////	////		
0146	2230	////	////	////	////		
0140	2236	////	////	////	////		
0135	2241	////	////	////	////		
0130	2247	////	////	0028	0003		
2346							
0124	2253	////	////	0046	2335		
0118	2300	////	////	0057	2326		
0112	2307	////	////	0106	2318		
0105	2314	////	////	0114	2311		
0057	2323	////	////	0121	2305		
0049	2334	////	////	0127	2259		
0038	2350	////	////	0133	2253		
0022	////	////	0139	2248			
////	////	////	////	0145	2242		
////	////	////	////	0150	2237		
////	////	////	////	0155	2232		
////	////	////	////	0200	2227		
////	////	0205	2222				

V srednjih geografskih širinah je trajanje somraka približno enako čez celo leto, v severnih krajih pa ne. Pri nas vedno okoli 25 do 35 m.

on-line izračuni na

<http://aa.usno.navy.mil/data/>